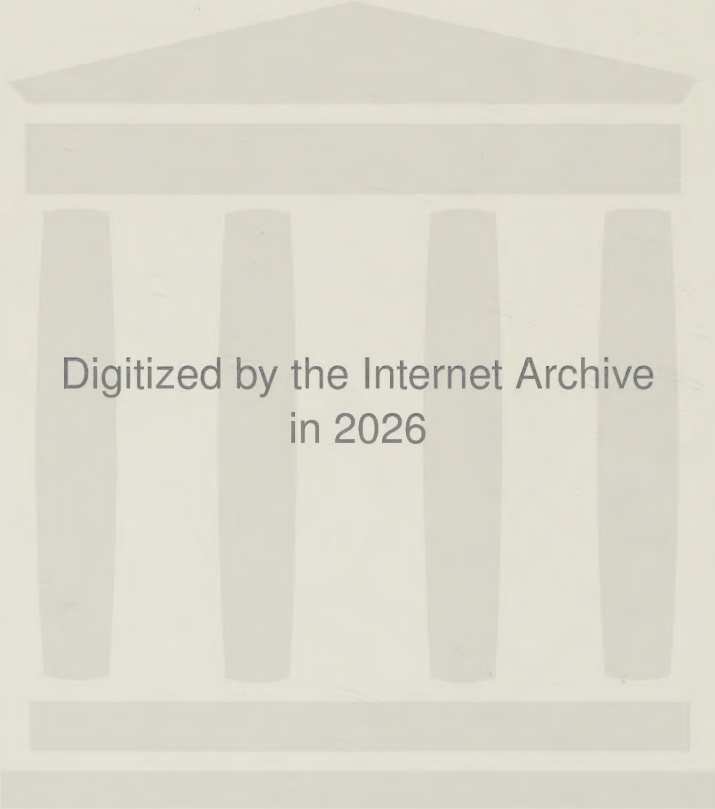


DIE RUPTUR DER QUADRICEPSSEHNE

Klinik - Therapie - Resultate

Carlos Alejandro Weil

1975



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546702_0010

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr. G. Heberer

DIE RUPTUR DER QUADRICEPSESSEHNE
Klinik - Therapie - Resultate



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
CARLOS ALEJANDRO WEIL
aus
Buenos Aires
1975



Mit Genehmigung des Fachbereichs Medizin
der Universität München

Berichterstatter: Priv.Doiz.Dr.R. Bedacht

Mitberichterstatter: Prof.Dr.G. Heberer

Dekan: Prof.Dr.W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 9. Dezember 1975

Meinem Freund, Dr. med. Juan Carlos Lenz

in Dankbarkeit gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

I. Einleitung	1
II. Theoretischer Teil	3
1. Anatomie	3
2. Funktionelle Anatomie	5
3. Histologie	5
4. Pathohistologie	6
5. Physiologie	7
6. Einteilung nach Art der Durchtrennung	9
III. Praktischer Teil	
1. Symptomatik und Diagnostik	13
2. Therapie	14
- Indikation zur konservativen Behandlung	14
- Indikation zur operativen Behandlung	15
- Operative Methoden	16
- Ruhigstellung und Nachbehandlung	18
3. Krankengut aus der Chirurgischen Universitätsklinik München und eigene Nachuntersuchungen	20
IV. Diskussion	26
Zusammenfassung	39
Literaturverzeichnis	40
Danksagung	
Lebenslauf	

I EINLEITUNG

Unter Sehnenruptur versteht man die totale oder partielle Kontinuitätsunterbrechung einer Sehne (unter Ausschluß einer scharfen Durchtrennung) auf Grund einer Überbelastung des Sehnengewebes, unabhängig davon, ob dieses Gewebe gesund oder pathologisch verändert ist.

Bei der Ruptur der Quadricepssehne und des Ligamentum patellae sollen hier nur die supra- und infrapatellaren Rupturen untersucht werden. Aus- und Abrisse, sei es aus der Tuberositas tibiae oder des oberen und unteren Patellapoles sowie Kniescheibenquerfrakturen werden ausgeschlossen.

Die scharfen Durchtrennungen der Quadricepssehne werden in dieser Arbeit dennoch aufgeführt, da sie sich in der Versorgung und Nachbehandlung nicht von den Rupturen unterscheiden.

Der Riß der Quadricepssehne ist relativ selten.

Eine von Schostok (46) veröffentlichte Zusammenstellung der häufigsten Sehnenrupturen aus der Literatur zeigt folgendes Zahlenverhältnis: Bicepssehnenrisse : Achillessehnenrisse : Quadricepssehnenrisse = 3:2,5:1. Im Gegensatz zu dieser Zusammenstellung, in der die Bicepssehnenrupturen überwiegen, stehen die Einzelerfahrungen von Grassheim (1922) und Halde-mann-Soto-Hall (1935), die in ihrem Material die Risse der Quadricepssehne und des Ligamentum patellae häufiger fanden als Biceps- und Achillessehnenrupturen. Hanke (1934) und Davidson (1956) betonen dagegen die Dominanz der Achillessehnenrupturen. (Schostok) (47)

Auf Grund der dadurch erlittenen Beeinträchtigung werden die Verletzten in ihren Lebensgewohnheiten sehr stark eingeschränkt. Das Ziel der Therapie ist es, die Beweglichkeit im Kniegelenk und die Stand- und Gehsicherheit wiederherzustellen.

In dieser Arbeit soll untersucht werden, ob Aussagen über die Ursachen der Ruptur gemacht werden können. Es werden verschiedene Operationsverfahren aufgezählt. Auf die Versorgung der supra- und infrapatellaren Quadricepsschotenrupturen an Hand des Baukastenprinzips nach Brückner wird in der vorliegenden Arbeit besonders eingegangen.

Weiterhin sollen die Klassifizierung der Rupturen, die Behandlung und die Ergebnisse aus dem Patientengut der Chirurgischen Klinik München besprochen werden.

An Hand eines Vergleichs der operativen Vorgehen und der Ergebnisse der Chirurgischen Klinik München soll versucht werden, Möglichkeiten zu finden, um die Ergebnisse zu optimieren und den postoperativen Krankenhausaufenthalt zu verkürzen.

II THEORETISCHER TEIL

1. Anatomie

Die Oberschenkelvorderseite enthält den M. Quadriceps femoris, den wichtigsten Strecker des Kniegelenks. Er setzt sich aus vier Anteilen zusammen: dem M. rectus femoris und den drei Mm. vasti: der M. vastus lateralis, medialis und intermedius, wobei nur der M. rectus femoris neben dem Kniegelenk auch das Hüftgelenk bedient.

Der M. rectus femoris entspringt mit zwei gleich starken Sehnen aus der Spina iliaca anterior inferior und aus der Dachregion des Acetabulum. Die drei Mm. vasti entspringen aus der Femurdiaphyse. Die Muskelfasern aller vier Köpfe schließen sich zu einer gemeinsamen Endsehne zusammen, in der die Patella eingebaut ist und die an der Tuberositas tibiae ansetzt. Die Ursprungs- und Ansatzsehnen durchdringen das Periost und sind mittels der Sharpeyschen Fasern an den Knochenrauigkeiten verankert.

Distal der Kniescheibe bilden die Sehnenzüge sowohl unter Umgehung als auch durch Vermittlung der Patella das Ligamentum patellae, das an der Tuberositas tibiae ansetzt. Die oberflächlichen Sehnenfasern ziehen über die Patella hinweg, die tiefen setzen an ihrer Basis an sowie an ihren Seitenrändern. Seitliche Fasern laufen an ihr als Retinacula patellae longitudinalia mediale et laterale vorbei und heften sich an der Tibiavorderseite an. Sie sind an der Steckung des Kniegelenks beteiligt. (v. Lanz und Wachsmuth) (29).

Die Retinacula patellae longitudinalia, meist als akzessorischer Steckapparat bezeichnet, wird in ihrem Hauptanteil vorwiegend aus Faserzügen aus dem M. vastus medialis, weniger aus dem M. rectus femoris gebildet. Der laterale

Anteil entsteht aus den Fasern des M. vastus lateralis und des M. rectus femoris, wobei er außerdem noch oberflächlich mit dem Sehnenzug des Tractus iliotibialis verwachsen ist.

In der Hauptsehne ist die Kniescheibe als Sesambein eingebettet.

Durch die Patella wird der Abstand der Quadricepssehne zur Beugeachse des Kniegelenks vergrößert und somit das Drehmoment des Muskels erhöht. (Hypomöchlion).

Definition: Das Drehmoment des Muskels ist das Produkt aus Sehnenkraft und virtuellem Hebelarm. Der virtuelle Hebelarm ist gleich dem senkrechten Abstand der Hauptlinie (bzw. der durch die wirksame Endstrecke der Sehne gelegten Geraden) von der Drehachse bzw. dem Drehpunkt des Gelenkes. Er ändert sich mit der Stellungsänderung des Gelenkes und ist in der Stellung am größten, in der die Ansatzsehne (bei gelenknahem Ursprung des Muskels die Ursprungssehne) rechtwinklig auf den Knochen trifft. Die Muskelkraft wird mit zunehmender Verkürzung geringer. (Starck-Frick (52)).

Es muß darauf hingewiesen werden, daß Lieb und Perry (31) eine weitere Unterteilung im Bereich des M. vastus medialis treffen und zwar im M. vastus medialis longus und M. vastus medialis obliquus. Gründe für diese Unterteilung sind:

a) Der unterschiedliche Verlauf der Fasern:

Die Fasern des M. vastus medialis longus haben einen senkrechten Verlauf (Winkel zwischen Faserverlauf und Femurachse ca. 15-18 Grad).

Die Fasern des M. vastus medialis obliquus haben einen mehr waagerechten Verlauf (Winkel zwischen Faserverlauf und Femurachse ca. 50-55 Grad).

b) Beide Teile haben verschiedene Aufgaben.

Somit setzt sich der Streckapparat des Kniegelenks aus den

vier bzw. fünf Muskelköpfen, ihrer gemeinsamen Endsehne, der Patella und dem Ligamentum patellae als Fortführung der obigen Sehne zusammen. Jedes Glied ist vom anderen voll abhängig, somit stellt das System, zusammen mit seinen Antagonisten, eine funktionelle Einheit dar.

2. Funktionelle Anatomie

Die Extension (gleich 0 Grad) erfolgt im allgemeinen nur so weit, daß Traglinien des Ober- und Unterschenkels eine Gerade bilden. Das Kniegelenk wird somit generell nicht überstreckt. Die Flexion ist weiter möglich als an jedem anderen Gelenk. Die Beugung kann aktiv bis auf etwa 130 Grad, passiv bis auf 160-170 Grad erfolgen. (Lanz-Wachsmuth) (29).

3. Histologie

Die Sehnen bestehen aus kollagenem Bindegewebe. Da dieses nur in einer Richtung auf Zug beansprucht wird, ordnet es sich in parallelen Fasern. Die Fibrillenbündel werden durch feines, lockeres Bindegewebe zusammengehalten. Die Sehnenzellen (Fibrocyten) sind stark abgeplattet. Ihr Cytoplasma schiebt sich mit unregelmäßig gestalteten Plättchen zwischen das Fibrillenbündel. Im Querschnitt erscheinen sie sternförmig, in der Flächenansicht oval. Die Sehnenfasern erscheinen meist gewellt, in deren Verlauf die gleichmäßig verteilten, langgestreckten Fibrocytenkerne einzeln eingelassen sind. Das Peritenonium (Umscheidung größerer Pakete von Sehnenfasern, bestehend aus lockerem Bindegewebe) und besonders die Arterien und Arteriolen auch im Bereich des Endotenoniums (Umscheidung der einzelnen Kollagenfaserbündel) sind gelegentlich etwas hyalin verdickt.

4. Pathohistologie

Das Bild der spontanen Quadricepsruptur gleicht markoskopisch, lichtmikroskopisch und submikroskopisch dem Bild der spontanen Sehnenrupturen anderenorts, insbesondere der zahlreich untersuchten Achillessehnenrupturen.

Jenseits des 50. Lebensjahres und mit zunehmendem Alter treten zumeist feinstropfige Ablagerungen sudanophiler Substanzen in den kollagenen Fasern auf, die mit einer Abnahme der Grundsubstanz und einer relativen Zunahme der Fasern verbunden ist.

Dahmen beschreibt die degenerierten Sehnen histologisch folgendermaßen:

- a) Lichtmikroskopisch zeigt sich eine Verquellung der Sehnenfasern mit Auflösung der welligen Strukturen und Kernminderung, z.T. Pyknose.
- b) Polarisationsoptisch zeigt sich eine unregelmäßige und, gemessen am Gangunterschied, eine geminderte Doppelbrechung.
- c) Elektronenmikroskopisch sieht man eine Lockerung bzw. Auflösung der geordneten gebündelten Lagerung der Kollagenfibrillen, die an einigen Stellen Auffaserungen aufweisen.

An manchen Sehnen finden sich feine dünne Fibrillen als Reste der dickeren normalen Kollagenfibrillen. Mit der PAS-Färbung in Kombination mit Astrablaufärbung können neben den neutralen Mukopolysacchariden auch saure Komponenten nachgewiesen werden. Gelegentlich kann man als Folge von schwersten Durchblutungsstörungen im Inneren der Sekundärbündel ödematöse Auflockerungen, Faserverquellungen und selten, z.T. mit Kalk beladene, Nekrosezonen nachweisen. (Dahmen) (10), (Könn) (25).

5. Physiologie

Wie bereits beschrieben, bilden Muskel und Sehne eine funktionelle Einheit, der Muskel als "Kraftmaschine" und die Sehne als Überträger oder Mittler dieser Kraft. Damit werden Ursprungs- und Ansatzpunkte des Skellets einander genähert oder entfernt.

Die Sehne besteht aus straffen, parallelfaserigem Bindegewebe. Ihre Aufgabe ist es, Zugkräfte ohne wesentliche Verformung zu übertragen. Da sie sehr arm ist an elastischen Bestandteilen, hat sie ein hohes Elastizitätsmodul, das allerdings nicht so hoch ist wie bei Stahl. Das wäre auch nicht sinnvoll, denn ein extrem hoher Widerstand, wie ihn ein Stahldraht aufweist, würde bei Längenänderungen Risse erleichtern. Eine geringe Längenänderung ist bei der Sehne notwendig, da somit eine Dämpfung der Zugkraft erreicht wird. Die mechanische Materialbeanspruchung, sei es an den Ansätzen oder im Verlauf dieser funktionellen Einheit, wird dadurch erheblich vermindert.

Als Vergleich betrachte man das Schleppen eines Fahrzeugs mit oder ohne eingebauten Gummistoßdämpfer in der Schleppleine.

Ein geringer Elastizitätsmodul, wie ihn Gummi aufweist, würde die Kraftübertragung sehr stark beeinträchtigen. Eine weitere Forderung an das Sehngewebe ist eine geringfügige Biegefestigkeit, da es sich auf Grund der Beweglichkeit der Gelenke ständig an die Richtungsänderung der Kraft anpassen muß.

Diese Eigenschaften leiten sich von der parallelen Ordnung der Fibrillen ab. Solche Faseranordnungen haben eine hohe Festigkeit gegen Zug, Biegung und Scherung. Sie verformen sich auch nicht bei längerer Belastung, d.h. sie sind nicht plastisch. Erst bei großer Belastung lösen sich die intra- und interfibrillären Bindungen, es kommt zur Ruptur. Für diese Eigenschaften spielt auch das zwischen

den fibrillen eingelagerte Wasser eine wichtige Rolle. Eine ausgetrocknete Sehne wird brüchig und spröde. Wasser wirkt wie bei vielen Hochpolymeren als Weichmacher. (Hartmann und Deicher) (16).

Nach Entlastung nimmt die Sehne schnell wieder ihre ursprüngliche Länge und Form an.

Es muß hier noch auf die Sehnenansätze eingegangen werden, also auf den Kraftübertragungspunkt zwischen der Bindegewebe Muskel - Sehne und den Knochen.

Entgegen den älteren Arbeiten, die die Ansicht vertraten, daß die Sehne am Periost ansetzt, haben Weidenreich (58) und Schneider (41) nachgewiesen, daß diese an paracostalen Knochen ansetzen. Die Sehnen sind nicht am Periost, sondern am Knochen verankert. Somit ist auch der Begriff der Tendoperiostose nicht ganz richtig, da hier eine Erkrankung der Sehnenansätze gemeint ist. Das Periost kann nicht beansprucht werden.

Ständig überbeanspruchte Sehnen reagieren häufig mit einer Entzündung ihrer Ansatzstelle. Bei chronischen Reizen können diese auch verkalken. Damit ist ein locus minoris resistentiae gegeben, da sich an diesen Stellen das Elastizitätsmodul erhöht. Es nähert sich hier der Elastizitätsmodul des Stahls. Die Folge kann ein Sehnenriss sein.

Anders verhält es sich jedoch bei der Erkrankung der Knochenstruktur (z.B. bei der Osteodystrophia fibrosa generalisata), bei denen die Sehnenansätze samt Knochensplittes aus ihrer Verankerung herausgerissen werden. (Franko und Kuchenspitze) (13).

Die Belastungsfähigkeit der Quadricepssehne wird durch die Untersuchungen von Benninghoff (4) besser veranschaulicht. Diese zeigen, daß bei Beugung des Kniegelenkes die Patella einen Druck von 2.250 kg auf ihre Unterlage ausübt. Dieser Druck muß von der Quadricepssehne und dem Ligamentum patellae getragen werden.

Hierbei sei nochmals an die Untersuchungen von Strucke (53) erinnert, der festgestellt hat, daß eine gesunde Achillessehne erst bei einer Belastung von 400 kg reißt. Analoge Untersuchungen bei der Quadricepssehne konnten in der durchgesehenen Literatur nicht gefunden werden. Eingehende Untersuchungen über die Achillessehnenruptur haben Wilhelm und Herzog (61) vorgestellt.

Einteilung nach Art der Durchtrennung:

Die Klassifizierung der Rupturursachen ist ein in der Literatur viel diskutiertes Problem. Dabei wird häufig in Frage gestellt, ob eine gesunde Sehne überhaupt rupturieren kann.

Die Sehnen können vollständig, wie auch unvollständig mit teilweiser Erhaltung der Kontinuität durchtrennt sein. Bei der Untersuchung von Sehnenrupturen müssen wir folgende Ursachen unterscheiden:

- 1.) Scharfe Durchtrennung
- 2.) Stumpfe Durchtrennung oder Durchtrennung durch Überbelastung
- 3.) unbekannt oder fragliche Ursache sog. Spontanrupturen
- 4.) sog. zweizeitige Rupturen.

Scharfe Durchtrennung:

Meistens kommt sie in Begleitung offener Wunden über der Durchtrennungsstelle vor. Es sind Verletzungen, die immer durch einen scharfen oder spitzen Gegenstand verursacht werden: so z.B. durch Messerstich oder Schnitt, scharfkantige Gegenstände (dazu gehören Spikesverletzungen bei Sprintern und die gelegentlichen Wintersportverletzungen durch scharf geschliffene Stahlkanten von Skiern und Hockeln): (Gelehrter) (14).

Gedechte scharfe Durchtrennungen kommen bei Auffahrungen vor. Das Knie prallt auf das Armaturenbrett; es entsteht eine distale Femurfraktur, deren Schaftfragmente den sehnigen oder muskulären Anteil des Quadriceps perforieren können, ihn siebartig durchbohren oder weitgehend abreißen können. (Tscherne und Greif) (54).

Stumpfe Durchtrennung oder Durchtrennung durch Überbelastung:

Geschlossene subcutane Rupturen treten auf:

- a) Wenn bei maximaler Muskelkontraktion und fixiertem Gelenk ein umschriebener Schlag erfolgt. ("Durch umschriebene stumpfe Gewalt auf eine gespannte Sehne") (Ehalt) (11). Z.B. Stolpern auf der Treppe - Aufprall auf der nächsten Stufenkante beim Versuch, die Balance wiederzuerlangen. Ein startender und vorwärtsschnellender Spieler, der von einem balltretenden Teilnehmer direkt an der Quadriceps- oder Patellarsehne getroffen wird. (Schulitz und Luther) (49).
- b) Durch passive Gelenkbewegung, während die Antagonisten kontrahiert sind oder kontrahiert bleiben; z.B. beim Hinunterspringen von einer Mauer.

Bei dem unter a) bezeichneten umschriebenen Schlag handelt es sich darum, daß eine stumpfe Gewalt auf eine gespannte Sehne deren Spannung noch weiter erhöht.

Diese Meinung wird von Platzgummer (37) vertreten, und so sehen es auch Witt (64) und Klinger (24), die diesen Schlag als "zusätzliche Überdehnung" einer bereits maximal gespannten Sehne bezeichnen.

Unbekannte oder fragliche Ursache, sog. Symptanrupturen:

Hierzu gehören die Fälle, in denen die Ruptur unter normalen oder alltäglichen Bedingungen erfolgt. Anders ausge-

drückt: Wenn die einwirkende Gewalt vergleichsweise gering ist und in keinem Verhältnis zu ihrer erzielten Wirkung steht.

Hierzu müssen auch die Rupturen unklarer Genese gezählt werden. Generell kann gesagt werden, daß es sich hier immer um pathologisch veränderte Sehnen handelt, die unter folgende Begriffe eingeordnet werden können:

- a) Degenerative Veränderungen
- b) Durch Stoffwechselkrankheiten verursachte Veränderungen
- c) Iatrogen gesetzte Schäden.

Degenerative Veränderungen:

Entzündungsprozesse und übersteigerte Abnützung

Arthrosis deformans

Renale Hypertonie

Durchblutungsstörungen (Arteriosklerose, Endangitis, Periarteritis)

Polyarthrititis

Tuberkulose

Lues (Tabes, Paralyse)

Gonorrhoe

Osteomyelitis

Erythematodes (Lupus e. disseminatus)

Malaria

Leukämie

Scharlach

Thyphus

Schwere Pneumonien und andere

Durch Stoffwechselkrankheiten verursachte Veränderungen:

Eiweißmangel

Diabetes Mellitus

Gicht

Primäre Hyperparathyreoidismus (Franke und Nuschen-
pickel) (13)

Alkaptonurie (Fleischer) (12)

Iatrogen gesetzte Schäden z.B. nach lokaler intratendi-
nöser Kortikoidanwendung.

Sogenannte zweizeitige Rupturen:

Sie bedürfen einer gesonderten Betrachtung. Nach partiellen, meist harmlosen Einrissen kommt es bei einer weiteren geringfügigen Einwirkung zum totalen Riß der Sehne. Entscheidend dürfte auch hier die Art und Intensität des Primärtraumas sein, was sich auf Grund der histologischen Untersuchung erhärten läßt.

III. PRAKTISCHER TEIL

1. Symptomatik und Diagnostik

Im allgemeinen deutet der Unfallhergang auf die Art der Verletzung hin. Die Symptome sind beeindruckend. Der lokalisierte Schmerz bei Ruptureintritt wird subjektiv als "stechend" empfunden, manchmal tritt er in Verbindung mit einem hör- oder spürbaren Krachen auf. Die Patienten können sich nicht mehr selbständig erheben.

Die Streckfähigkeit des Beines im Kniegelenk kann unterschiedlich beeinträchtigt sein. Bei vollständiger Ruptur der Sehne ist sie aufgehoben, bei unvollständiger Ruptur ist sie verschiedengradig eingeschränkt. Zur Funktionsprüfung hebt man das im Kniegelenk gestreckte Bein und fordert den Patienten auf, es ohne fremde Hilfe in dieser Stellung zu halten; der Unterschenkel fällt dann beim Loslassen in Flexionsstellung. Eine aktive Hebung des gestreckten Beines von einer horizontalen Unterlage ab ist nicht möglich.

Je nachdem, ob die Rectus femoris Sehne oder das Ligamentum Patellae betroffen ist, ist eine charakteristische Delle oberhalb bzw. unterhalb der Kniescheibe zu beobachten. Dies ist jedoch kein unfehlbares Zeichen, da auf Grund des bald entstehenden Gelenkergusses die Konturen des Knies und ihrer anschließenden Regionen durch Traumafolgen (Ergußbildung) verstrichen sein können. Deutlicher zu erkennen ist ein fast immer nachweisbarer Wulst proximal der Delle als Folge der retrahierten Quadricepssehne und Quadricepsmuskulatur.

Selbstverständlich ist der Patellarsehnenreflex aufgehoben. Eine wertvolle Hilfe ist das seitliche Röntgenbild samt Vergleichsaufnahme der gesunden Seite. Dieses läßt je nach Ruptursitz eine nach oben oder unten getretene Patella erkennen.

Der oben erwähnte Kniegelenkserguß ist häufig der Haupt-Hinderungsgrund für eine sachgerechte Erkennung, da er rasch nach dem Trauma entsteht und dabei oft die typischen diagnostischen Merkmale verdeckt. So ist z.B. meistens keine abnorm bewegliche Patella festzustellen. Am häufigsten wird als Diagnose ein traumatischer Kniegelenks-erguß angenommen. Dieser sollte durch Röntgenaufnahme ausgeschlossen werden.

Häufig ist die Gelenkkapsel mitbetroffen. Der Grund hierfür liegt darin, daß die synoviale Schicht der Gelenkkapsel mit der Unterfläche der Quadricepssehne wie auch der Retinacula patella verwachsen ist. Bei intaktem Reservestreckapparat kann es vorkommen, daß die Patienten entweder spät oder gar nicht zum Arzt gehen.

2. Therapie

Die Kontinuität des Kniestreckapparates kann teilweise oder vollständig unterbrochen sein in Höhe der Quadricepssehne, der Patella, des Kniescheibenbandes oder der Tuberositas tibiae. Je nach Mitbeteiligung des Reservestreckapparates resultiert eine Streckschwäche oder eine Streckunfähigkeit.

Die Therapie kann auf konservativem oder operativem Wege erfolgen.

Indikation zur konservativen Behandlung:

Die Indikation zur konservativen Therapie ist äußerst eng gestellt. Sie ist nur dann angezeigt, so Schostok et al (46), wenn partielle Durchrisse mit geringfügiger Funktionsminderung vorliegen. Indikator ist die Leistungsfähigkeit des Streckapparates und die körperliche Verfassung der meist betagten Patienten. Sie beschränkt sich auf die Ruhigstellung der Extremität im Gipsverband. (Schönbauer) (44,45).

Indikation zur operativen Behandlung:

Sie ist immer dann gegeben, wenn eine vollständige Ruptur vorliegt. Bei Jugendlichen, aber ganz besonders bei Hochleistungssportlern ist auch bei partiellen Einrissen die Indikation zur operativen Behandlung gegeben.

Grundsätzlich muß daran erinnert werden, daß bei jedem Muskel, der seinen physiologischen Tonus verliert, immer eine Atrophie und damit ein schwerer Leistungsschwand eintritt, der auch durch Training und Übungsbehandlung nicht mehr behoben werden kann.

Das ist bei den partiellen Rissen für einen Teil der Muskelfasern zutreffend, und bei den totalen Rissen für die ganze Muskulatur, da das Regenerat immer eine Verlängerung des Muskels mit sich bringt. (Witt) (64).

Daraus läßt sich folgern, daß es beim totalen Durchriß die Therapie der Wahl die chirurgische Versorgung ist. Dies ist die Meinung der meisten Autoren. (Viernstein - Keyl (56), Fipp (19), Witt (62 64), Schostok et al. (46).

Operatives Vorgehen:

Ziel der Operation ist es, die beiden Sehnenstümpfe durch Naht zu vereinigen.

Bei der frischen Ruptur der Quadricepssehne oder des Ligamentum patellae ist die Gewebesubstanz ausreichend, um die normale Länge des Streckapparates wiederherzustellen. Somit ist eine primäre Naht möglich.

Bei der Ruptur einer veralteten Quadricepssehne oder eines veralteten Lig. patellae mit großer Dehizens der Sehnenstümpfe läßt sich eine End-zu-End-Naht nicht mehr durchführen. Eine plastische Sehnenverlängerung ist nach Vordehnung des Muskels erforderlich.

Operative Methoden:

Die Operationsmethoden sind zahlreich. Sie unterscheiden sich durch das benützte Material, die Nahttechnik und die Fixierung. Dies gilt auch für die plastischen Verfahren:

- Sehnennaht durch Silberdrähte am Patellarand (Mc Burney 1887)
- Sehnennaht durch Kabel aus verdrehten rostfreien Stahldrähten (Chandler)
- Sehnennaht mit Nylon (Debrunner)
- Sehnennaht als einfache Knopfnähte (Sloane-Sloane, Steiner-Palmer)
- Sehnennaht als U-Nähte (Schönbauer, Wendt, Saegesser)
- Atraumatische Bunnel (pull-out) Naht (Hinkamp-Pellicore, Scuderi-Schrey)

Bei patellanahem Riß sind Nähte durch Bohrlöcher in der Patella gebräuchlich. (Martin-Wilson-Methews; Blümel-Piza, Schubert, Platzgummer, Carlucci, Büttler et al.) (47).

Bei der Ruptur des Lig. patellae finden Entlastungsclagen durch die Tuberositas tibiae häufig Anwendung. (Fiedler) (47). Viernstein-Keyl (56) empfehlen eine temporäre Entlastungsnäht mit einem stabilen Draht, der an der Patella durch einen queren Bohrkanal geführt wird und der distal an einer Schraube befestigt wird, die durch die Tuberositas tibiae quer durchgeführt wird.

Von den plastischen Verfahren sind Transplantate der Fascia lata zur Defektüberbrückung gebräuchlich (Jensen-Kølle-Jørgensen, Platt, Wachsmuth) (47). Zusätzliche Verwendung finden gestielte verstärkende Sehnenzüge aus dem Reservestreckapparat (Büttner) (47). Ebenso finden homologe Bindegewebs transplantate aus z.B. lyophilisierter Dura Anwendung (Jäger) (2).

Witt arbeitet mit der Verschiebung eines Teiles aus der proximalen Sehne über die Rißstelle hinweg und überbrückt damit den Defekt; er benützt auch Kombinationen von künstlichen Seiden und Fascienrollen. Brückner (74) dagegen verwendet ein gestieltes oder freies Transplantat aus dem Kniescheibenband mit ein-oder beidseitigem Knochenanhang nach dem "Baukastenprinzip".

Unter Kniescheibenband und Quadricepsplastik nach dem "Baukastenprinzip" von Brückner versteht man die Verwendung von homologen Gewebetransplantaten. Diese werden, je nach Art der zu versorgenden Verletzung, vom selben oder gesunden Bein gewonnen. Das Transplantat mit ein-oder beidseitigem keilförmigen Knochenanhang wird aus dem Ligamentum patellae entnommen. Dazu wird das mittlere Drittel der Länge nach abgespalten und im Zusammenhang damit je ein Knochenkeil aus der Tuberositas tibiae bzw. dem unteren Patellapol entnommen. Am proximalen Patellapol wird eine gleich große Knochenlücke gebildet, in die einer der Knochenkeile des Transplantates eingebolt wird. Anschließend wird die Rectussehne, nach Adaptierung der Rupturstelle, mit Haltefäden tunneliert. Von proximal her wird das noch freie Ende des Transplantates durch den Tunnel mit einer scharfen Klemme gefaßt und herausgezogen und zwar dort, wo sich der proximale Knochenkeil an den aneinanderliegenden Rändern des Einschnittes im Sehnen Spiegel verfängt. (Siehe Abbildung).

Zuletzt werden noch die spannungslos aneinanderliegenden Ränder der Ruptur mit Nähten adaptiert.

Die Bezeichnung "Baukastenprinzip" ist durch die Tatsache begründet, daß sich mit dieser Methode sowohl Kreuz- und Seitenbandzerreißen, Quadriceps- und Kniescheibenbandrupturen als auch habituelle Patellaluxationen behandeln lassen.

Entscheidend für alle Verfahren ist, daß die Sehnenwundränder spannungslos aneinanderliegen. (Salamon-Szollössy) (39). Dieser Forderung entspricht auch die Bunnellsche Technik.

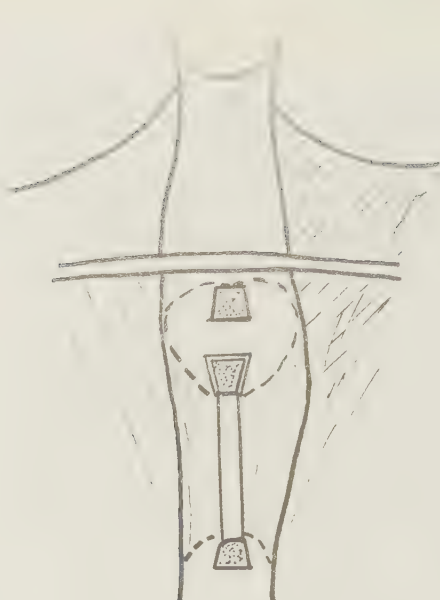


Abb. 1

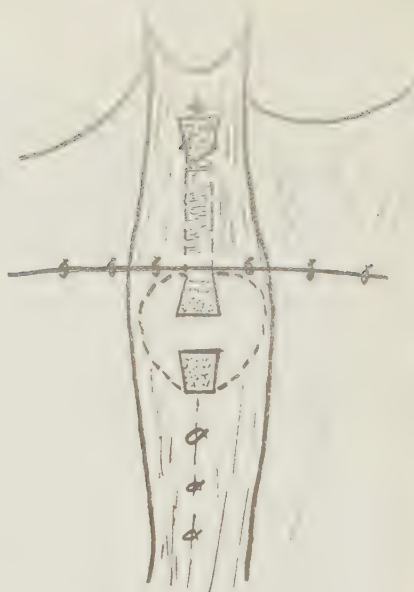


Abb. 2



Abb. 3

Abb.1 Das Sehnen-Knochen-Transplantat aus dem Lig.patellae vor der Entnahme

Abb. 2 Die Lage des Sehnen-Knochen-Transplantats, Vorderansicht

Abb.3 Die Lage des Sehnen-Knochen-Transplantats, Seitenansicht

Nachprüfungen von Schink-Gersbach (40) ergaben, daß die Belastungsfähigkeit einer Sehnennaht bei glatter Durchstechung in Längs- und Querrichtung am geringsten, durch mehrmaliges Durchstechen der Sehne oder schräg zur Faserrichtung verlaufende Fadenführung gesteigert und bei der Bunnelschen Durchflechtungsnah am größten ist. Jensen-Kølle-Jørgensen sehen keinen Erfolgsunterschied bei Sehnennaht mit Transplantatverstärkung und früher Mobilisation einerseits oder bei alleiniger Sehnennaht mit prolongierter Ruhigstellung andererseits. (47)

Die Operation erfolgt immer in Streckstellung, um eine Streckinsuffizienz zu vermeiden.

Die postoperative Ruhigstellung kann mit einem Gipsverband oder einer Gipslonguette erfolgen.

Nur in der Methode nach Brückner (8) ist dies nicht notwendig, das Bein wird auf einer Schiene ruhiggestellt.

Ruhigstellung und Nachbehandlung:

Die Meinung über die Ruhigstellung nach der Operation und die Nachbehandlung ist je nach Autor sehr unterschiedlich.

So vertritt Schostok (46) die Ansicht, daß entscheidend für den therapeutischen Erfolg die ausreichende Ruhigstellung der Extremität für mindestens 6 Wochen ist.

Saegesser empfiehlt frühzeitige Gangbelastung bei fixiertem Kniegelenk mit Gipstutor zur Vorbeugung gegen die rasche Inaktivitätsatrophie der Oberschenkelmuskulatur.

Den Tutor entfernt er nach 5 Wochen. Dagegen zieht Debrunner isometrische Übungen im Gipsverband 3 Wochen p.op. vor. Maurer-Schäfer fixieren bei Frühoperationen 3 Wochen lang im Gips und lassen danach aktiv bewegen.

Bei Spätoperationen stellen sie für 6 Wochen im Gipstutor ruhig, wobei ab der 3. Woche aufgestanden werden kann.

Platzgummer gestattet 4 Wochen p.op. aktive Bewegungs- und Streckübungen und 2 Wochen später erste Gehversuche.

Zeuner bevorzugt 6 Tage nach der Operation Kontraktionsübungen auf Braunscher Schiene, nach 4 Wochen aktive Bewegungen und nach 8 Wochen erste Belastung. Fiedler läßt erst nach 4 Wochen massieren und nach insgesamt 10 Wochen aufstehen und belasten. (Zitiert nach Schostok et al.) (46).

Wachsmuth (47) läßt nach 6-8 Wochen Gipsverband für längere Zeit eine Gipshülse tragen. Brückner dagegen benützt einen Schwammgummikompressionsverband und legt das Bein auf einer Schiene ruhig. Am Ende der ersten Woche wird der Kompressionsverband entfernt, wobei bereits ab 3. Tag p.op. Quadricepsspannungsübungen durchgeführt werden. Ab dem 14. Tag p.op. werden in Seitenlage dosierte Beuge- und Streckübungen begonnen, wobei der Patient aufstehen darf und mit Stockstützen ohne Belastung des Beines gehen darf. Viernstein - Keyl (56) empfehlen, wenn keine Entlastungsdrahtnaht angelegt wurde, zunächst 3 Wochen einen Oberschenkelliegegips, danach weitere Ruhigstellung in einer Gipshülle für 6 Wochen bei der Naht der Quadricepssehne und 12 Wochen bei der Naht des Lig. patellae.

Mit Entlastungsdrahtnaht genügt es dagegen, das Bein auf einer flachen Schiene ruhigzustellen. Während der ersten Wochen sollen nur Streckübungen durchgeführt werden. Schultze stimmt mit Witt überein, indem er nach 4-wöchiger Ruhigstellung im Gipsverband mit vorsichtigen Spannungsübungen anfängt, um dann erst in der 6. Woche etwa mit den eigentlichen Übungsbehandlungen zu beginnen. In der Chirurgischen Universitätsklinik München wird folgendes Schema angewendet:

Die versorgte Extremität wird für ca. 4 Wochen in einer Gipslonguette ruhiggestellt. Sobald die Wundheilung abgeschlossen ist, d.h. ab dem 7.-9. Tag p.op. wird mit leichten isometrischen Spannungsübungen begonnen, die zunehmend verstärkt werden. Bis zur 6.-8. Woche p.o. werden nur isometrische Streckübungen vorgenommen. Ab dem 10.-12. Tag p.o. dürfen die Patienten in dem Gipstutor

aufstehen und laufen. Das Knie wird hier kaum belastet, da ja das B ein in der Streckstellung fixiert ist. Diese Maßnahme wird unterstützt von der krankengymnastischen Behandlung.

Erst wenn die volle Kraft der Streckung erreicht und der Gipsverband abgenommen ist, fängt man langsam an, aktiv zu beugen. In der 1. - 2. Woche nach der Gipsabnahme werden die Beugeübungen vom Patienten aktiv vollzogen, erst danach wird, falls erforderlich, vorsichtig passiv nachgeholfen. Gelgentlich wird eine Unterwasser-Massage zur Förderung der Durchblutung durchgeführt.

3. Krankengut aus der Chirurgischen Universitätsklinik München und eigene Nachuntersuchungen

In der Chirurgischen Klinik der Universität München wurden im Zeitraum von 1957 bis 1973 16 Patienten als Folge einer Quadricepssehnenruptur und 5 als Folge einer Ruptur des Ligamentum patellae operiert. Unter den Patienten befanden sich 2 weiblichen Geschlechts.

Altersverteilung in Jahren	17 - 74
Durchschnittsalter weiblich	60
Durchschnittsalter männlich	47
Ruptur der Quadricepssehne:	
rechts	8
links	7
beidseitig	1
Ruptur des Ligamentum patellae:	
rechts	2
links	3
Rupturursache:	
Scharfe Durchtrennung	4

Stumpfe Ruptur oder Ruptur durch Überbelastung	8
Sogenannte Spontanrupturen	9

Nebenbefunde:

Ähnliche Rupturen in der Anamnese	2
Andersseitige Oberschenkelamputiert	2
Diabetes mellitus	2
Arthritis	1
Prim. Hyperparathyreoidismus	1

Anamnestisch gesicherte, durchgemachte Krankheiten:

Diphtherie	1
Ornithose	1

Die Operation an unserem Hause erfolgte generell zwischen dem 1. und 7. Tag nach dem Unfall. Bei einer offenen Verletzung wurde die Sehne sofort versorgt. In drei Fällen betrug die Zeitspanne zwischen Unfall und Eingriff jeweils 1 Monat, 5 und 7 Monate.

Die Kontinuität der Sehnen wurde mit einzelnen U-Nähten mit starkem Supramidfaden wiederhergestellt.

Bei zwei Patienten wurden die Sehnenstümpfe mit U-Nähten an der Patella befestigt.

Bei der Patientin M.M., welche an einem primären Hyperparathyreoidismus litt, wurden die beiden Quadricepssehnen mittels Metalldrähten an die beiden Patellakörper fixiert, zusätzlich wurden noch U-Nähte gelegt.

Postoperativ wurden dorsale Gipslonguetten für einen Zeitraum von 2 bis 6 Wochen angelegt. Die Entlassung aus der stationären Behandlung lag zwischen 4 und 6 Wochen. In der Regel wurde mit den krankengymnastischen Übungen in der 2. Woche begonnen, frühestens am 7. p.o. Tag, spätestens 21 Tage danach.

Es wurden insgesamt 12 Patienten nachuntersucht und dabei folgende Fragen gestellt:

	<u>JA</u>	<u>NEIN</u>
War der Heilverlauf nach der Operation normal?	12	-
Können Sie das Kniegelenk wieder normal bewegen?	9	3
Haben Sie heute noch Beschwerden?	7	5
Sind Sie mit dem Behandlungsergebnis zufrieden?	10	2

Folgende Beschwerden wurden angegeben:

Wetterfühligkeit (Schmerzen)

Unsicherheit beim Gehen

Schmerzen bei starker Belastung

Leichte Schwäche im verletzten Bein

Einknicken nach längerem Gehen

Schmerzen wenn Knie längere Zeit gebeugt ist

Bei der Nachuntersuchung wurden folgende Punkte berücksichtigt:

Zustand der Narbe

Beugung

Streckung

Kraft

Umfang (gemessen 15 cm oberhalb Oberrand der Patella)

Zustand des Bandapparates (klinische Prüfung)

Die Narbe war bei allen Patienten reizlos verheilt.

Es kam zu keinerlei Sekundarheilung.

Die Beugung war bei 2 Patienten bis 70 Grad aktiv möglich

" " " " 7 " " 110 " " "

" " " " 3 " " 130 " " "

Volle Streckung = 0 Grad, volle Beugung (aktiv) = 130 Grad
(nach Lanz-Wachsmuth) (29).

Bei einem Patienten war die Streckung mit Schmerzen verbunden, bei drei Patienten war die Kraft dabei vermindert.

In 4 Fällen war das verletzte Bein um 1 cm Umfang muskelschwächer als das gesunde Bein.

In 2 Fällen war das verletzte Bein um 2 cm Umfang muskelschwächer als das gesunde Bein.

In 2 Fällen war das verletzte Bein um 1-2 cm umfangstärker als das gesunde Bein.

Der Bandapparat war bei allen Patienten bis auf eine Ausnahme fest. Als Nebenergebnisse bei der Nachuntersuchung wurde einmal im Bereich der Quadricepssehne eine Verkalkung und einmal eine derbe Sehnenplatte festgestellt.

Als gutes Ergebnis wird eine Biegung von 90 Grad bei der Ruptur des Ligamentum patellae und von 110-120 Grad bei dem Riß der Quadricepssehne betrachtet.

Greifbarer ist u.U. die Ursache bei den sog. Spontanrupturen. Schneider hat nachgewiesen, daß chemische Umgestaltungen am Anfang der degenerativen Veränderungen stehen. Dabei soll es sich um Präzipitatabbildung von Proteinen und Polysacchariden, Nachlassen der Zellaktivität und die dadurch begünstigte Polymerisation handeln. Diese Polymerisation ist zugleich mit einer Dehydratation der Grundsubstanz verbunden. Dieses Wasser ist aber für die Sehnenfestigkeit von herausragender Bedeutung, da es, wie bei vielen Hochpolymeren, als Weichmacher dient. Eine ausgetrocknete Sehne wird brüchig und spröde. (Hartmann und Deicher) (16). Laut Witt haben alle Menschen über dem 30. Lebensjahr praktisch degenerative Veränderungen ihres Sehnen-Muskel-Apparates. Dies muß besonders berücksichtigt werden im Hinblick auf den Massensport. Ebenso wird damit ausgesagt, daß dem Menschen für den heutigen Leistungssport Grenzen gesetzt sind.

Neben der oben beschriebenen "normalen" Altersveränderung gibt es degenerative Lipoideinlagerungen in den Sehnen. Nicht selten kann man schon im 3. Jahrzehnt eine degenerative Verfettung des Sehnengewebes mikroskopisch nachweisen. Gleichzeitig mit der Fettablagerung kommt es zu einer Sklerosierung der Gefäße, die den betreffenden Sehnenabschnitt versorgen. Dadurch wird die ohnehin schon geringe Durchblutung der Sehne, bedingt durch ihr bradytrophes Gewebe, noch weiter vermindert. Die Folge sind verschiedentlich ausgeprägte Nekrosenherde. Sie entstehen unter einer fibrinoiden Verquellung und Schrumpfung der Sehnenfaser und unter Zugrundegehen der Feinstruktur.

Aus Arbeiten von Philipowicz (36), Schneider (42) u.a. ist zu entnehmen, daß die Lipoideinlagerungen vom Grad der Beanspruchung des Sehnengewebes abhängt, schon frühzeitig einsetzt und mit steigendem Alter an Häufigkeit und Stärke zunimmt. Dies erklärt auch, warum vorwiegend Männer betroffen sind (Conway, Ingerlev) (47). Auch Davidson (47) meint, daß es daran liegt, daß ihre Sehnen bei größerer körperlicher Arbeit einer Summation von wiederholten Traumen und Belastungen ausgesetzt sind.

Wenn man bedenkt, daß neben dem hormonellen Einfluß auch die durch Training erreichte Muskelmasse bei Frauen geringer bleibt als bei Männern, könnte man daraus schließen, daß sich durch erhöhtes Training das Belastungsverhältnis Sehne-Muskel beim männlichen Geschlecht vergrößert. Auch bei zunehmendem Alter ist die physische Belastung (sofern es den Bewegungsapparat betrifft) deutlich auf die Männerseite verschoben. Anders ausgedrückt, der Mann behält länger seine Muskelmasse und damit das Mißverhältnis zwischen Sehne und Muskel. Die in den Krankengeschichten der Patienten immer wieder auftretenden Unfallereignisse, z.B. der Versuch, beim Straucheln die Balance zu halten oder bei einem Fehltritt beim Treppensteigen, führen den Mann eher an die Sehnenrupturgrenze

heran als die Frau. Wahrscheinlich ist es so, daß wiederholte Überlastungsschäden mit Mikrotraumen und inadäquater Gewebsregeneration prädisponierende Momente für eine Sehnenruptur schaffen (Zollinger, Borsay-Czipak, Detree) (47). Diese Mikrotraumen können auch von außen herbeigeführt werden, so z. B. durch Kontusion.

IV. DISKUSSION

Über die Funktion der einzelnen Bestandteile des M. Quadriceps herrschen verschiedene Meinungen. Bei der Durchsicht der angegebenen Literatur war es nicht möglich, eine Analyse zu finden, die aussagt, von welchem Anteil des Quadriceps eine Ruptur ausgehen kann, d.h. am meisten belastet wird, so daß er am ehesten reißen kann.

Nicoll meint, daß "die letzten 15 Grad Streckung, auch gegen geringsten Widerstand, nicht ohne Hilfe des M. vastus medialis vonstatten gehen".

Ähnlich sind die Meinungen von Steindler und Skillie. Dies ist auch die Ansicht der meisten Chirurgen. Dazu kommt die häufige Beobachtung, daß Patienten mit pathologischen Befunden im Kniebereich eine sehr frühzeitige Atrophie des V. medialis-Wulst vorweisen und einen Verlust der letzten 15 Grad Streckung.

Erste Zweifel wurden 1955 von Brewerton angemeldet, der durch Palpation fand, daß alle Bestandteile des Quadriceps auch in den letzten 15 Grad der Streckung gespannt blieben. Pocock machte 1963 electromyographische Aufzeichnungen der drei oberflächlichen Köpfe des Quadriceps. Es stellte sich kein nennenswerter Unterschied zwischen den Aktionspotential-Mustern der einzelnen Köpfe dar. (31).

Hierfür soll Bezug genommen werden auf eine Arbeit von Lieb und Perry (31), in der untersucht wurde, welchen Arbeitsanteil die vier Köpfe des Quadriceps haben und ob einer von ihnen eine besondere Funktion in bezug auf die Schlußstreckung hat. Insbesondere sollte geklärt werden, ob der M. vastus medialis für die Kniestabilität unerlässlich ist.

Folgende Fakten wurden festgestellt:

- a) Man kann generell sagen, daß der Faserverlauf vom M. rectus femoris, M. vastus medialis, vastus intermedius und vastus lateralis in einem Winkel zur langen Achse des Femurs von 7 bis 18 Grad, je nach Muskel verläuft, dagegen beim Vastus medialis obliquus in einem Winkel von 50 bis 55 Grad.
- b) Der vastus intermedius ist der wirkungsvollste Strecker. (Einzelnen geprüft, benötigen die anderen 12% mehr Kraft als der intermedius, um die gleiche Bewegung auszuführen. Aber alle mit Ausnahme des Obliquus sind in der Lage, das Knie zu strecken. Gemeinsam, bzw. kombiniert, war die benötigte Kraft ähnlich der vom Vastus intermedius allein benötigten.)
Es war nicht möglich, bei der alleinigen Zugbelastung der Sehne des M. vastus obliquus eine Kniestreckung herbeizuführen.
- c) Die besondere Aufgabe des M. vastus medialis obliquus besteht darin, die Kniescheibe in ihrer "Bahn" zu halten. So wird dies auch von Lanz-Wachsmuth gesehen. Es ist aufgefallen, daß die alleinige Belastung des Vastus lateralis ohne Gegenzug des Obliquus eine Subluxation der Patella zur Folge hatte. Dies erklärt auch, warum die Luxatio patellae überwiegend seitwärts nach lateral erfolgt. Nur mit seiner Hilfe erreichte der vastus lateralis seinen besten Wirkungsgrad. (Der Kraftaufwand verringerte sich um 13%).

Zusammenfassend zu dieser Untersuchung wird festgestellt, daß eine frühzeitige Atrophie des Vastus medialis und ein Verlust der Kniestreckung generell auf eine Schwäche des ganzen Quadriceps zurückzuführen ist und nicht auf einseitige Mängel des Vastus medialis.

Eine andere Untersuchung von Lieb und Perry (32) beschäftigt sich mit dem von den einzelnen Quadricepsköpfen und vom gesamten Quadriceps erzeugten Drehmoment, während einer isometrischen Kontraktion. (Definition des Drehmoments s.S.4).

Dabei wurde festgestellt, daß keinem der Quadricepsteile eine herausragende Verantwortung bei der Kniestreckung zuzumessen ist. Electromyographisch zeigt der Vastus medialis obliquus die höchsten Werte in jeder Position. Grund dafür ist der überwiegende Zug nach lateral des Rectus femoris und der Vasti intermedii und lateralis, den der V.M.O. neutralisieren muß, um die Reibung der Patella an der lateralen Rollenwange des Femurs zu verringern.

Wichtig ist die Veränderung des Drehmoments in den verschiedenen Positionen und damit der auf der Quadricepssehne und dem Ligamentum Patellae lastende Zug, und zwar bei wechselndem Winkel Oberschenkel-Unterschenkel. Dieser Zug nimmt von 60 Grad Beugung bis 0 Grad kontinuierlich gleich dem Drehmoment ab. Diese Abnahme ist jedoch nicht einer Insuffizienz des Muskels zuzuschreiben, sondern gründet auf einer Reihe mechanischer Vorteile, wie z.B. der Annäherung der queren Kniegelenksachse zum Körperlot. Ebenso verhält es sich mit der Begrenzung der Streckung, die nicht auf ein Nachlassen der Quadricepskraft zurückzuführen ist, sondern der mechanischen Hemmung des Kniegelenks mit seinem Bandapparat.

Die letzten 15 Grad bis zur Endstreckung bedeuten im Bewegungsablauf ca. 60% mehr Arbeitsbelastung als im Bewegungsablauf 90 Grad bis 15 Grad.

Es wäre denkbar, daß der schon häufig beschriebene Riß der Quadricepssehne bei einem Sturz, d.h. beim Versuch, die Balance zu halten, unmittelbar mit dieser sehr starken Erhöhung (200%) zwischen 0 und 60 Grad des Drehmoments zusammenhängt.

In diesem Zusammenhang soll noch die besonders bei Leistenverletzungen häufig zu beobachtende, hervortretende Hypertrophie des M. vastus medialis erwähnt werden. Der sehr frühzeitig palpable Schwund der Muskulatur desselben Muskels bei Patienten mit pathologischen Befunden im Kniebereich sagt meiner Meinung nach weniger über seine Funktion aus, wenn man bedenkt, daß die Fascie, die diesen Muskel bedeckt, wesentlich dünner ist als diejenige, die den M. vastus lateralis und intermedius überdeckt. Anders ausgedrückt: Die Muskelmassenzu- bzw.-abnahme ist bei allen 4 Muskelbäuchen annähernd gleich, nur verhindert die Fascie über dem V. lateralis und intermedius ein stärkeres Hervortreten. Man bedenke noch, daß ja bei Fascienplastiken die Streifen nicht aus dem medialen, sondern aus dem lateralen Oberschenkel, nämlich dem Tractus iliotibialis, entnommen werden.

Die Mehrzahl der Autoren vertritt heute noch die Ansicht, daß eine gesunde Sehne nicht reißen kann. Auch Witt (64) und Plaue (38), sowie Schostok, Haag und Sailer (46) meinen, daß, bevor eine gesunde Sehne reißt, es entweder zu Ausrißverletzungen oder kappenförmigem Abriß von der knöchernen Verankerung kommt. Allerdings schränkt Witt ein, daß es auch bei gesunden Sehnen zu Einrissen kommen kann. Als Beispiel führt er an, daß Sportler im sogenannten "kalten Zustand" bei plötzlicher Kontraktion der Muskulatur mit Einrissen an den Sehnen rechnen müssen.

Neuere Untersuchungen von Bedacht, Wilhelm und Rueff (3), sowie von Wilhelm und Herzog (61) bejahen eindeutig die Möglichkeit der Ruptur einer gesunden Sehne.

Die Kriterien, die Bedacht, Wilhelm und Rueff (3) zur klaren Abgrenzung dieser "echt traumatischen", durch Überbelastung hervorgerufenen Ruptur benützen, sind folgende: (Hierbei handelt es sich um einen subcutanen, doppelseitigen und gleichzeitigen Achillessehnenriß)

- a) Die übermäßige Gewalteinwirkung (Zug) auf die Sehne bei fixiertem Gelenk.
- b) Die histologische Untersuchung, die keine Zeichen einer degenerativen Veränderung im Sinne einer Lipoidose, Hyalinose oder Atheromatose (Lang) (33), sondern normales Sehnengewebe erkennen ließ.

Wilhelm und Herzog (61) äußern sich folgendermaßen:

".....daß eine gesunde Sehne bei ungünstigen Belastungssituationen zum Riß gebracht werden kann, konnten wir anhand eines eigenen Rechenmodells, welchem die horizontalen Beschleunigungskräfte bei plötzlicher Abbremsung in Fahrtrichtung (Skifahren) zugrunde liegen, bestätigen, daß unter solchen ungünstigen Belastungen, wie sie u.a. beim Sport auftreten, die Rißgrenze einer unbeschädigten Sehne durchaus erreicht werden kann.

Ferner kamen wir aufgrund experimentell gewonnener Rißfestigkeitswerte - im Gegensatz zu Asang (2) - zu dem Ergebnis, daß die Sehnenrißfestigkeit noch unter der Muskelfestigkeit liegt. Somit stellt die Sehne im Muskel-Sehne-Knochen-System die bei Zugbeanspruchung am meisten gefährdete Stelle dar."

Diese grundlegenden Erkenntnisse dürften auch für den Quadriceps gelten.

Um eine vergleichbare Grundlage für spätere statistische Untersuchungen zu bekommen, wird es m.E. allerdings in der Zukunft notwendig sein, eine sorgfältige Anamnese zu erstellen.

In ihr sollte die genaue Rißlokalisation fixiert werden, frühere Stoffwechselkrankheiten, eventuelle Übergewichtigkeit, eine genaue Schilderung des Unfallereignisses und Traumen, die vor dem Unfall lagen. Es sollte ebenso eine vergleichende histologische Untersuchung zwischen dem Sehnengewebe aus der Rißstelle und Material eines unbeschädigten Abschnittes der Sehne dazugehören. Es könnte sich ergeben, daß auch hier eine bevorzugte Rißlokalisation gefunden wird.

Für diese akute oder chronisch rezidivierende Traumatisierung der Sehne mit dem Versuch der Anpassung an die geforderte Reißfestigkeit sprechen vor allem Beobachtungen von knöchernem Regenerationsgewebe in der Quadricepssehne (kompensatorische Regeneration des Sehnengewebes) mit zunehmendem Alter. (Austoni (47): 10% zwischen 40 und 60 Jahren, 33% nach dem 60. Lebensjahr). Die Ossifikation im Sehnengewebe ist daher als Ausdruck rezidivierender Mikrotraumen anzusehen (Hesse) (18), (Jonasch) (22).

Je nach dem Schweregrad wird von Lang (33) unterschieden zwischen einer sog. "staubförmigen", kleinfleckigen, lokalisierten Tendolipoidose ohne Zelluntergang und einer Tendoatheromatose, die mehr herdförmig in größerer Ausbreitung (Thophusartig) und mit Zelluntergang imponiert. Diesen beiden nicht als prädisponierend anzuerkennenden fettigen Degenerationsformen stellt er die Tendo-sklerose als Ausdruck aller anderen Entartungserscheinungen im Sinne einer Fibrose, Amyloidose, Hyalinose, Calcinose, Knorpel- oder Knochenbildung gegenüber. Diese ist das resultierende Substrat der bereits erwähnten Mikrotraumen und Dauerschäden.

Obwohl im obigen Abschnitt und in der vorangegangenen Unterteilung nach Ursachen gefahndet wird, soll nicht vergessen werden, daß meistens der unmittelbare Agens zur Degeneration der Sehne doch - nach heutiger Auffassung - die Durchblutungsstörung ist.

Die Zusammenhänge zwischen akuten, chronischen Entzündungsprozessen und Stoffwechselkrankheiten als pathogenetische Faktoren einerseits und die Sehnenruptur andererseits sind bekannt. So soll jetzt nur noch auf den primären Hyperparathyreoidismus und auf die Alkaptonurie kurz eingegangen werden:

Die Alkaptonurie, eine durch eine Störung im Phenylalanin und Tyrosin Stoffwechsel gekennzeichnete Krankheit, führt zur Ausscheidung von Homogentisinsäure im Urin.

Die Homogentisinsäure ist ein physiologisches Zwischenprodukt der obigen Aminosäuren.

Im Laufe der Jahre lagert sich Homogentisinsäure in verschiedenen mesenchymalen Geweben ab. Die Beziehungen zwischen dem metabolischen Defekt und den Komplikationen ist unbekannt. Dieser führt im 4. Lebensjahrzehnt zur Pigmentierung von Haut und Sklera sowie zu Ablagerungen in den Gelenken, welche zu arthritisartigen Beschwerden führen.

H. Fleischer (12) berichtet über einen 57jährigen Patienten mit einem beidseitigen, gleichzeitigen subcutanen Quadricepssehnenriß mit dem oben beschriebenen Nebebefund. Der Verletzte gab an, 27 Jahre zuvor einen Achillessehnenriß erlitten zu haben. Es ist anzunehmen, daß die Alkaptonurie als Teilursache bei dem Geschehen mitgewirkt hat. Der histologische Befund wies eindeutig auf die endogene Form der Erkrankung hin.

Franke und Nuschenpickel (13) veröffentlichen einen Fall von Quadricepssehnenruptur bei einem 17jährigen Mann mit einem primären Hyperparathyreoidismus. Preston und Adicoff (13) beschreiben 1962 Spontanrisse dreier großer Sehnen bei einem Patienten mit dem gleichen Leiden. Ätiologisch vermuteten sie Kalziumablagerungen in den Sehnen oder vermehrte Reißbereitschaft durch Parathormonwirkung auf das Bindegewebe. - Die Operationsbeobachtung (splitterförmige Knochenausrisse) wies auf eine Überforderung des pathologisch veränderten Knochens der Patella hin. Dies wurde durch das histologische Bild erhärtet.

Man könnte daraus schließen, daß Rupturen im Zusammenhang mit einer Osteodystrophia fibrosa generalisata den Ausrißverletzungen zuzurechnen ist, die auf eine verminderte Konsistenz des Knochens zurückzuführen ist und nicht durch eine Degeneration der Sharpeyschen Fasern bedingt ist. Eine eindeutige Aussage hierzu ist nicht möglich, da das durch den histologischen Befund gewonnene Bild bei unserer Patientin M.M eine Knochenbeteiligung nicht nachweist.

Bei unserer Patientin handelte es sich um einen gleichzeitigen, beidseitigen, suprapatellaren Riß. Die Sehne war beidseitig unmittelbar am Patellarkörper abgerissen, Nekrosen oder pathologische Veränderungen im Bereich der Sehne und der Vasti waren nicht nachweisbar; lediglich an den Patellaoberrändern sah man Reste eines entzündlich veränderten und zum Teil nekrotischen Sehngewebes. Nach der Entfernung des Adenoms und der chirurgischen Versorgung der beiden Sehnen erholte sich die Patientin schnell und kann heute beide Kniegelenke bis ca. 90 Grad beugen, die Streckung ist beidseits frei.

Der Zusammenhang zwischen einem primären Hyperparathyreoidismus und der Möglichkeit der Sehnenruptur dürfte damit erhärtet sein, unklar ist weiterhin der degenerative Vorgang. Unklar ist außerdem der Zusammenhang zwischen Sehnenrupturen und Gicht, wie sie an Hand eines Falles von Levy (30) et al. gezeigt wird.

Eine weitere Frage in diesem Zusammenhang ist, ob die Ausrißverletzungen zu den Sehnenrupturen zu zählen sind. Mit großen Einschränkungen dürfte diese Frage zu bejahen sein. Plaue (38) meint dazu, daß im Muskel-Sehnen-Knochen-System besonders die Sehnenansätze im Wachstumsalter gefährdet sind. Hier vorhandene Apophysenfugen sind gegen Ende der Ossifikation leicht verletzbar, wenn die Verbindung nicht mehr die volle Elastizität jugendlichen Knorpels und noch nicht die Festigkeit erwachsenen Knochens besitzt. Typische Verletzungen im Wachstumsalter sind daher Abrisse der Tuberositas tibiae und des distalen oder proximalen Patellapoles.

Witt (64) erweitert obige Möglichkeit, wenn er sagt: "Die gesunde Sehne ist so widerstandsfähig, daß es bei starken traumatischen Einwirkungen zu schalenförmigen Ausrissen am Knochen selbst kommt. Die Anheftung und Einstrahlung der Sehne in den Knochen lassen es gerechtfertigt

erscheinen, diese Ausrißverletzungen noch zu den Sehnenverletzungen zu rechnen". Dem müssen die Veröffentlichungen Asangs (2) gegenübergestellt werden, in denen nachgewiesen wird, daß die Knochenbruchgrenze im System von Knochen-Muskel-Sehne (Tibia-M. Triceps surae-Achillessehne) höher liegt als die Muskelrißfestigkeit. Untersuchungen von Wilhelm und Herzog (61) ergaben, daß die Sehnenrißfestigkeit noch unter der Muskelrißfestigkeit liegt. Somit stellt die Sehne im Muskel-Sehne-Knochen-System die bei Zugbeanspruchung am meisten gefährdete Stelle dar.

Man muß weiterhin annehmen, daß neben der Möglichkeit einer degenerativen Veränderung auch noch nicht bekannte pathogenetische Mechanismen mitwirken können.

Behandlung mit Corticosteroide

Seit ca. einem Jahrzehnt ist es üblich, und zwar ganz besonders beim Sport, bei Schmerzen im Bereich der Sehnen und Gelenke mit Corticosteroide zu therapieren. Der Augenblickserfolg dieser rein symptomatischen Therapie (Viernstein) (55) ist besonders bei Erstanwendung immer wieder bestechend und wird besonders von Hochleistungsportlern vor großen Wettkämpfen geschätzt. Nach Krahl sollen Hochleistungsportler bis zu 60 Injektionen in Achillessehne oder Patellarsehne in kurzen Abständen bekommen haben.

Aus der Anamnese ist meistens folgender Ablauf zu entnehmen:

1. Jahrelanges Spezialtraining mit Überbeanspruchung bestimmter Sehnen, zahlreiche Wettkämpfe
2. Belastungs-, später Ruheschmerz
3. Behandlung mit Salben, Wärme, Tabletten

4. Zahlreiche lokale Cortisoninjektionen
5. Fehlende Ruhigstellung bzw. Wettkampfpause
6. Der Patient wird mit dem Bild einer Spontanruptur der überbeanspruchten Sehne in die Klinik eingeliefert.

Die meisten Sportler, die mit Quadricepssehnenrupturen eingeliefert werden, sind Fußball- oder Basketballspieler, Mittelstreckenläufer oder Hochspringer. Die Frage, ob ein kausaler Zusammenhang zwischen den Spontanrupturen und der Injizierung von Corticoiden besteht, haben Krahel und Langhoff tierexperimentell untersucht. Ihr wesentlichster Befund waren meist begrenzte Areale mit Auflösung der kollagenen Fibrillenstruktur. Auch die Bindegewebszellen unterlagen dem Einfluß der Cortisonkristalle, es kam nämlich zu einer numerischen Abnahme von Fibrozyten und Fibroblasten, an einzelnen Stellen bis zum völligen Schwund. Eine Bindegewebsproliferation im Sinne einer Reaktion und Reparation war nicht nachweisbar. Es sind dies alles Erscheinungen, die in den Kontrollsehnen nicht auftraten.

Diese Befunde stehen im Einklang mit den Untersuchungen von zahlreichen Autoren, die sich mit dem Einfluß von Cortison und seinen Derivaten auf Bindegewebe beschäftigt haben. (Castor und Baker) (26).

Die oben aufgezählten Befunde sind als degenerative Veränderungen anzusehen.

Sie stellten fest, daß mehrfache lokale Cortisonanwendung an der Sehne zu erheblichen Veränderungen ihrer Bausteine, Zelle, Grundsubstanz und Faser führt, die an diesem Ausmaß über die Änderung der Gesamtfunktion des Gewebsverbandes den völligen Ausfall des Leistungsvermögens bedingen können.

Somit ergibt sich daraus, daß man die "Cortison-schädigung" in die Reihe prädisponierender degenerationsfördernder

Faktoren einordnen kann, wie dies von Klinikern wie Cowan und Alexander (26), Weigert (59), Krah1 (27) vermutet wurde.

Man kann also sagen, daß intratendinöse Injektionen besonders bei stark auf Zug beanspruchten Sehnen, wie Achilles- und Quadricepssehne, kontraindiziert sind.

Als Ausnahmeindikation gilt der "entzündliche Reizzustand" im Sehnengleitgewebe. Durch eine gezielt paratendinös gesetzte Injektion können in vielen Fällen subjektive Beschwerdefreiheit erzielt und Gewebeverklebungen und -verwachsungen verhindert werden. (Krah1 (26)

Noch enger wird die Indikation von Hernandez-Richter und Struck (17) gestellt. Sie warnen vor der lokalen Anwendung der Corticoide mit entsprechenden hohen Gewebsspiegeln bei den geschlossenen Weichteilverletzungen, besonders aber dann, wenn lädierte Sehnen, Bänder Muskeln und Gelenk-kapseln durch Arbeit und Sport zu früh und zu stark mechanisch wiederbelastet werden. In den Fällen, in denen trotz der bewährten konservativen Methode durch Ruhigstellung und physikalische Maßnahmen auf eine medikamentöse Therapie nicht verzichtet werden möchte, empfehlen sie das Oxyphenbutazon, das besser geeignet sein soll, da es trotz der vorhandenen antiphlogistischen Wirkung den Heilverlauf nicht verzögert.

Wie aus dem Abschnitt "Nachbehandlung" zu entnehmen ist, herrscht eine Vielfalt von Meinungen über Art und Dauer der Ruhigstellung der Extremität, Beginn mit isometrischen Spannungsübungen und Belastung, ebenso wie über den Zeitpunkt, an dem erste Beugeversuche unternommen werden sollen.

Zweifelsohne werden die besten Ergebnisse mit dem Baukastenprinzip nach Brückner (8) erzielt. Es wird ein Patient vorgestellt, der 5 Wochen p.o. mit einem Stock nahezu beschwerdefrei gehen konnte.

Allerdings ist sein Verfahren von der Operationstechnik her kaum mit den anderen vergleichbar.

Es hat den Anschein, daß die bis dato empfohlenen Ruhigstellungszeiten eher auf persönlichen Erfahrungen als auf wissenschaftlichen Untersuchungen beruhen. Andererseits dürfte der operative Erfolg auch unmittelbar mit der Wahl der Sehnennaht und der Zeitspanne der Fixation zusammenhängen.

Schwächstes Glied in der Kette bleibt nach wie vor die Nahtvereinigung beider Sehnenstümpfe und die damit verbundene mögliche Nahtinsuffizienz. Experimentelle Untersuchungen von Salomon und Szöllösy (39) haben erbracht, daß bei Anwendung der Bunnelschen Technik die 3-wöchige Fixationszeit am ehesten den gestellten Anforderungen entspricht.

So äußert sich auch Peacock (35), daß nämlich im allgemeinen Sehnenstümpfe, wenn keine Störung der Wundheilung auftritt, in drei Wochen so weit verheilt sind, daß sie den Belastungen durch die normale Muskelanspannung ausgesetzt werden können.

Es liegt die Überlegung nahe, auf Grund dieser Erkenntnisse den Versuch zu unternehmen, bereits nach 4 Wochen p.o. mit aktiven Beugeübungen zu beginnen statt nach 6 bis 8 Wochen. Ob dies vertretbar ist, kann nur die Praxis zeigen.

Bei der Betrachtung unserer Patienten muß jedoch berücksichtigt werden, daß zwischen dem traumatischen Insult und der operativen Versorgung in den meisten Fällen kaum eine Woche verging. Dies ist insofern wichtig, da sich der Muskel mit zunehmendem Alter der Ruptur retrahiert. Dies hat zur Folge, daß eine Sehnenplastik unumgänglich ist. Das funktionelle Ergebnis wird auf Grund der verkürzten Kontraktionsstrecke des Muskels nicht optimal sein können. Wichtigste Zielsetzung der operativen Versorgung ist die Stabilisierung des Kniegelenks. Bei der Muskelverkürzung

kann dies meistens nur erreicht werden mit einem teilweisen Verzicht auf Beugefähigkeit. Eine Beugung von 90 Grad dürfte hier schon als ein sehr gutes Ergebnis bewertet werden.

Eine Korrelation zwischen Typ der Ruptur, Dauer der krankengymnastischen Behandlung und dem Erfolg war, vielleicht auf Grund der geringen Anzahl der Nachuntersuchten, nicht festzustellen.

Zusammenfassend betrachtet dürfte die in der Chirurgischen Universitätsklinik München benützte Methode und Nachbehandlung nahe ihrer Grenzen sein. Eine Verbesserung der funktionellen Ergebnisse könnte wahrscheinlich auch nicht mit anderen Nahtmethoden erreicht werden.

Lediglich die Krankenhausaufenthaltsdauer des Patienten könnte bei Anwendung des Baukastenprinzips eventuell verkürzt werden.

ZUSAMMENFASSUNG:

Die vorliegende Arbeit besteht aus drei Teilen.

Im ersten Teil werden neben den anatomischen Verhältnissen das mikroskopische Erscheinungsbild der rupturierten Sehnen an Hand der in der Literatur und in den eigenen Krankengeschichten vorhandenen histologischen Berichte beschrieben.

Im zweiten Teil werden die Therapiemöglichkeiten besprochen. Die Methode der Wahl bei der Behandlung von totalen Rupturen ist die operative Versorgung. Neben den bekannten operativen Methoden wird das Baukastenprinzip nach Brückner erläutert. Im Vergleich zeigt sich, daß diese Methode bei sehr guten Ergebnissen wesentlich kürzere Immobilisations- und Nachbehandlungszeiten benötigt.

Im dritten Teil werden aus dem Patientengut der Chirurgischen Universitätsklinik München alle erreichbaren Fälle der letzten 15 Jahre nachuntersucht. Die Ergebnisse sind gut bis sehr gut.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1) Anzel, S.H., Covey, K.W., Weiner, A.D. und Lipscomb, P.R., Description of Muscles and Tendons, Surgery Vol. 45/3 (1959)
- 2) Asang, Ernst
Grundlagenforschung zum Verletztenschutz im alpinen Skisport, Habilitationsschrift Technische Universität München, 1971
- 3) Bedacht, R., Wilhelm, K. und Rueff, F.
Beitrag zur subkutanen doppelseitigen, gleichzeitigen Achillessehnenruptur. Fortschritte der Med. Jg. 86 Nr. 22 (1968) 1007
- 4) Benninghoff, H.
Lehrbuch der Anatomie des Menschen, Bd. I, 322, (1968)
10. Auflage, Urban & Schwarzenberg, München
- 5) Böhler, Lorenz
Technik der Knochenbruchbehandlung 12. und 13. Auflage
Bd. II/2, 1585 (1957) Maudrich, Wien
- 6) Brückner, H.
Eine neue Operationsmethode für die Knie Scheibenzerreißen, Zbl Chir. 93 (1968) 90 - 97
- 7) Brückner, H. und Bruckner, H.
Bandplastiken im Kniebereich nach dem "Baukastenprinzip" - Erfahrungsbericht von 8 Jahren. Zbl. Chir. 97 (1972) 65 - 77
- 8) Brückner, H.
Die subkutane suprapatellare Quadricepssehnenruptur und ihre Behandlung nach unserem "Baukastenprinzip". Zbl. Chir. 97 (1972) 391 - 395

- 9) Czipott, Z. und Csepregi, E.
Isolierte Ruptur des Ligamentum patellae propium.
Magy. Raum. Orthop. hely Seb. 8, (1965) 216 - 218
- 10) Dahmen, G.
Behandlung und Beurteilung von Spontanrupturen der
Quadricepssehne. Verh. Dtsch. Orthop. und Traumatolog.
Ges. 55 Kongrass (1969) 113-117
- 11) Ehalt, W.
Handbuch der gesamten Unfallheilkunde Bd. I (1963)
464 Hrsrg. H. Bürkle de la Camp, Enke Stuttgart
- 12) Fleischer, H.
Über eine doppelseitige subcutane Quadricepssehnen-
ruptur bei Alkaptonurie. Zeitschrift für Therapie
8 (1970) 234-238
- 13) Franke, J. und Nuschenpickel, H.
Mitteilung über einen Quadricepssehnenriß bei einem
17jährigen Mann mit v. Recklinghausenscher Erkrankung
Beitr. Orthop. 17 (1970) H 2/3 190-193
- 14) Gelehrter, G.
Verletzungen beim Wintersport Enke, Stuttgart 1966
(zit. nach Schulitz, K.P. und K. Luhter)
- 15) Glogowski, G.
Die operative Behandlung der großen Sehnenrupturen
Verh. Orthop. Ges. Erg. 94 (1961), 71
- 16) Hartmann, F. und Deicher, H. in
Siegenthaler, W. Klinische Pathophysiologie, 2. Auf-
lage (1973), 858 Georg Thieme Verlag Stuttgart.

- 17) Hernández-Richter, H.J. und Struck, H.
Klinische und experimentelle Erfahrungen zur Wundheilung nach Corticoidverabreichung. Langenbecks Archiv f. klin. Chir. Bd. 319 (1967) Kongreßbericht 160-162

- 18) Hesse, R.
Knochenbildung in der Achillessehne nach Trauma Mschr. Unfallheilkd. 61, 283 (1958)

- 19) Hipp, E.
Rupturen der Muskeln und Sehnen Md. Klin. (1963) Nr. 29 S. 1202

- 20) Jäger, M.
Wiederherstellungschirurgie des Kniestreckapparates mit homologen Bindegewebstransplantaten.
Hefte zur Unfallheilkunde 35. Tagung (1971 - 1972) 101 - 103

- 21) Jäger, M.
Typische Bänder-, Sehnen- und Muskelverletzungen beim Sport, Z. Orthop. 110 (1972) 777 - 783

- 22) Jonasch, E.
Unfallbedingte Verknöcherung in der Oberschenkelmuskulatur, Arch. f. orthop. und Unfallchir. 60 (1966) 215 - 217

- 23) Kindler, H.
Die Hemmung der kollagenen Faserbildung durch Cortison Langebecks Arch. f. klin. Chir. Band 319 (1967) Kongreßbericht, 162 - 165

- 24) Klinger, H.
Die subkutanen Sehnenrupturen
Zbl. Chir. 83, 1968, (1958)

- 25) Könn, G. und Everth, H.J.
Morphologie der spontanen Sehnenzerreißenngen
Monatsschrift f. Unfallheilkde. Beihefte Bd. 91
(1967), 255
- 26) Krahl, H.
Ist die lokale Kortikosteroidtherapie bei Tendopathien
von Sportlern indiziert? Med. Klin. 65 (1970) 29/30
1369
- 27) Krahl, H. und Langhoff, J.
Degenerative Sehnenveränderungen nach lokaler Kor-
tikoidanwendung, Zeitschrift f. Orthop. (1971)
109, 501 - 511
- 28) Kunze, F.
Sehnenrupturen der unteren Gliedmaßen; Behandlung und
Ergebnisse, Unfallmed. Tagungen der Landesverbände
der gewerblichen Berufsgenossenschaften 9: (1970)
Hrsg.: Landesverband der gewerblichen Berufsgenossen-
schaften
- 29) v. Lanz, T. und Wachsmuth, W.
Praktische Anatomie, Bein und Statik, Bd. 1 Teil 4
Springer Verlag, Heidelberg
- 30) Levy, M. et al.
Bilateral spontaneous and simultaneous rupture of the
Quadriceps Tendons in Gout. The Journal of Bone and
Joint Surgery (Aug. 1971) Vol. 53 B 3, 510
- 31) Lieb, F.J. and Perry, J.
Quadriceps Function. An anatomical and mechanical
Study using amputated lins. Journal of Bone and
Joint Surgery Vol 50 A 8 (Dec. 1968) 1535 - 1548

- 32) Lieb, F.J. and Perry, J.
Quadriceps Function. An electromyographic Study under Isometric Conditions. Journal of Bone and Joint Surgery Vol. 53 A 4 (June 1971) 749 - 758
- 33) Lücke, D.
Die Quadricepssehnenruptur, Dissertation Würzburg, 1965
- 34) Lugger, L.J.
Die subcutane Quadricepssehnenruptur - ihre Diagnostik, Pathologie, Versorgung und Nachbehandlung Mschr. Unfallheilkde. 77 (1947) 295 - 303
- 35) Peacock, E.
Physiology of Tendon Repair. American Journal of Surgery 109, (1965) 283 - 286
- 36) Philipowicz, J.
Zur Kasuistik und Ätiologie der Ruptur des Lig. patellae zit. aus D. Lücke
- 37) Platzgummer, H.
Die spontane Quadricepssehnenruptur Z. Orthop. 80 195, (1951)
- 38) Plaue, R.
Verletzungen des Kniestreckapparates bei Sportlern Monatsschrift für Unfallheilkde. Beiheft 91 (1967) 80. Tagung-1966, 176 -180
- 39) Salamon, A. und Szöllösy, L.
Experimentelle Untersuchungen zur Regeneration und Funktion der verletzten Sehne nach Anwendung verschiedener Sehnennahttypen. Bruns Beiträge zur klinischen Chirurgie 208 (1964) 22 - 31

- 40) Schink, W. und Gersbach, B.
Eine experimentelle Studie über die Festigkeit genähter Sehnen bei versch. Nahtmethoden
Langenbecks Arch. Klin. Chir. 297, 191, (1961)
- 41) Schneider, H.
Die Abnützungserkrankungen der Sehnen und ihre Therapie, Thieme, Stuttgart 1959
- 42) Schneider, H.
Die Pathologie der Sehne. Verh. Orthop. Ges. Bd. 94 (1961) 18
- 43) Schneider, P.G.
Die Früharthrose im Femoropatellargelenk des Beinsportlers. Ein Beitrag zur Pathogenese degenerativer Gelenkserkrankungen Arch. f. Orthop. und Unfall-Chir. 54, (1962) 401-416
- 44) Schönbauer, H.R.
Lösung der patella partita mit Rectussehnenriß
Arch. für orthop. und Unfall-Chir. 52 (1960) 1 - 4
- 45) Schönbauer, H.R.
Riß der Quadrizepssehnen Teil. Chir. 85 (1960) 70 - 72
- 46) Schostok, P., Haag, W. und Sailer, F.X.
Erkrankung, Behandlung und Begutachtung der sportlichen Quadrizepssehnenrisse. Monatsschrift für Unfallheilkunde und Versicherungsmedizin 71 (1968) 461 - 482
- 47) zitiert aus Schostok, P. et al.
- 48) Schubert, H.O.
Verletzungen der Quadrizepssehne
Der Chirurg 30 (1965) 11, 520 - 522

- 49) Schultiz, K.P. und Luther, R.
Ruptur des Ligamentum patellae Chir. Praxis 14
(1970) 277 - 285
- 50) Schultze, G.
Doppelseitige Quadricepsruptur, Zbl. Chir. 88
(1963) 11, 408 - 411
- 51) Scuderi, C.
Ruptures of the Quadriceps Tendon
American Journal of Surgery (1958) 95,626
- 52) Starck, D. und Frick, H.
Repetitorium Anatomicum, 11. Auflage, 1967, 13
Georg Thieme Verlag Stuttgart
- 53) Stucke, K.
Über das elastische Verhalten der Achillessehne im
Belastungsversuch. Langenbecks Arch. klin. Chir.
265, (1950), 579
- 54) Tscherme, H. und Greif, E.
Begleitverletzungen bei Patellafrakturen
Hefte zur Unfallheilkunde Beiheft 110 35. Tagung
(1971 - 72), 85 - 89
- 55) Viernstein, K. und Galli, H.
Sportverletzungen und Sportschäden und ihre Behandlung
mit Prednisolon. Mchn. med. Wochenschrift 100,
(1958) 87
- 56) Viernstein, K. und Keyl, W.
Operationen am Kniegelenk in
Breitner, Operationslehre IV/2 Ergänzung 17, September
1973 36-40, Verlag Urban und Schwarzenberg, München

- 57) Waldeyer, A.
Anatomie des Menschen Bd. I und II, 6. Auflage 1970
Walter de Gruyter Verlag & Co., Berlin
- 58) Weidenreich
zit. aus Lang, H.B. "Untersuchungen über Aufbrauch-
veränderungen an der Quadricepssehne, Z. Orthop. 80
171 (1951)
- 59) Weigert, M.
Spontanrupturen des Kniescheibenbandes bei Hochspring-
ern Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete
10 (1968), 429 - 431
- 60) Wendt, F.
Zur Kenntnis der beidseitigen Ruptur des Ligamentum
patellae. Monatsschrift für Unfallheilkunde 67
(1964), 241 - 245
- 61) Wilhelm, K. und Herzog, M.
Neue Aspekte zur Genese der Achillessehnenruptur
Med. Welt 25 (1974), 19, 827
- 62) Witt, A.N.
Sehnenverletzungen und Sehnen - Muskeltransplanta-
tionen, Verlag v.J.F. Bergmann, München, 1950
- 63) Witt, A.N.
Ansprache 80. Tagung 1966 Monatsschrift für Unfall-
heilkunde Beiheft 91 (1967), 183
- 64) Witt, A.N.
Klinik und operative Behandlung der Sehnenzerreißen
Monatsschriften für Unfallheilkunde Beiheft 91
(1967), 262 (80. Tagung 1966)
- 65) Saegesser, M.
Spezielle Chirurgische Therapie, 8. Auflage 1972 Huber
Bern

Danksagung

Meinem Doktorvater, Herrn Priv.Doiz.Dr. Rudolf Bedacht, möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas dieser Arbeit und für die überaus wertvollen Ratschläge und Antworten auf die Fragen, mit denen ich zu jeder Zeit zu ihm kommen dürfte, herzlich danken.

Gleichzeitig möchte ich mich bei Herrn Dr. Günter Lob für seine Hilfe bei der Korrektur und Zusammenfassung dieser Arbeit bedanken.

